

ACIDOBAZNI STATUS U BOLESNIKA LIJEČENIH METODOM PERITONEJSKE DIJALIZE

LEA KATALINIĆ, KRISTINA BLASLOV, EVA PASINI, PETAR KES i NIKOLINA BAŠIĆ-JUKIĆ

Klinički bolnički centar Zagreb, Zavod za nefrologiju, arterijsku hipertenziju, dijalizu i transplantaciju, Zagreb, Hrvatska

Peritonejska dijaliza je jednostavna metoda nadomještanja bubrežne funkcije koja je i financijski isplativija u usporedbi s hemodijalizom. Brojna istraživanja pokazala su njenu učinkovitost u održavanju ostatne bubrežne funkcije, odgađanju nastupa uremijskih komplikacija i očuvanju acidobazne ravnoteže, ali i bolji posttransplantacijski ishod u bolesnika liječenih tom metodom. Unatoč tome peritonejska dijaliza se još uvijek nije izborila za mjesto koje zaslužuje u liječenju završnog stadija kronične bubrežne bolesti. Metabolička acidoza je česta komplikacija vezana uz progresivan gubitak bubrežne funkcije. Njezin utjecaj na koštano i mišićnu masu, razvitak anemije, ostatnu bubrežnu funkciju kao i funkciju presađenog bubrega je vrlo složen, ali se može učinkovito spriječiti. Glavni cilj našeg istraživanja bio je utvrditi učinkovitost peritonejske dijalize u održavanju acidobazne ravnoteže. U istraživanje je uključeno 28 bolesnika liječenih metodom peritonejske dijalize. Prosječno vrijeme liječenja iznosilo je 32,39±43,43 mjeseci. Kod svih su bolesnika korištene otopine puferirane isključivo dodatkom laktata. U potpunosti uredan acidobazni status imalo je 73,07 % bolesnika, a 11,54 % bilo je u stanju blage metaboličke acidoze. Blaga metabolička alkalozna zabilježena je kod identičnog udjela bolesnika. U jednog je bolesnika utvrđeno postojanje mješovitog poremećaja, alkaloze s respiratornom i metaboličkom komponentom. Ovim smo radom pokazali da se acidobazna ravnoteža u bolesnika liječenih metodom peritonejske dijalize zaista može vrlo uspješno održavati čak i primjenom isključivo laktatom puferiranih otopina koje su nizom istraživanja proglašavane inferiornijima u odnosu na bikarbonatne. Uz dobru edukaciju i pažljivu primjenu metode, te temeljitu i čestu evaluaciju ovoj se skupini itekako omogućuje kvalitetno kontinuirano nadomještanje bubrežne funkcije uz dobru kvalitetu života.

Ključne riječi: acidobazni poremećaj, peritonejska dijaliza

Adresa za dopisivanje: Prof. dr. sc. Nikolina Bašić-Jukić, dr. med.
Zavod za nefrologiju, arterijsku hipertenziju, dijalizu i transplantaciju
KBC Zagreb
Kišpatićeva 12
10000 Zagreb, Hrvatska
E-pošta: nina_basic@net.hr

UVOD

Peritonejska dijaliza je vrlo jednostavna metoda nadomještanja bubrežne funkcije, financijski isplativija u usporedbi s hemodijalizom (1). Brojna su istraživanja pokazala da skupina bolesnika liječenih peritonejskom dijalizom u prve tri godine pažljive primjene ove metode ima značajno bolju stopu preživljenja u usporedbi sa skupinom liječenom hemodijalizom. To posebice dolazi do izražaja kod bolesnika mlađe životne dobi bez prisutnih dodatnih komorbiditeta (2). Ovaj modalitet liječenja pridonosi duljem održavanju ostatne bubrežne funkcije (3). Naime, kontinuirana primjena peritonejske dijalize omogućuje kvalitetnije odstranjenje suviška tekućine i srednjih molekula te održava ionsku ravnotežu čime usporava nastup uremijskih komplikacija i značajno povećava kvalitetu života pacijenata (3,4). Nadalje, ova skupina bolesnika poka-

zuje povoljniji posttransplantacijski ishod – funkcija presađenog bubrega je bolja, a stopa javljanja odgođene funkcije presatka značajno niža (5). Uvođenje novih otopina koje u sastavu sadrže bikarbonatnu komponentu dodatno je pospješilo kvalitetu liječenja. Ove otopine su biokompatibilnije što pridonosi očuvanju funkcije peritonejske membrane, ali i vrlo učinkovite u ispravljanju acidobaznog disbalansa (6). Unatoč očitim prednostima ova se metoda još uvijek nije izborila za mjesto koje zaslužuje u liječenju završnog stadija kronične bubrežne bolesti. Procjenjuje se da se njome liječi 10 % do 15 % bolesnika (1,7).

Metabolička acidoza je neizbježna posljedica progresivnog gubitka bubrežne funkcije (8). Kada glomerularna filtracija padne ispod 25 mL/min/1,73 m² sposobnost bubrega da sintetizira amonijeve i izluči prekomjerne vodikove ione značajno se smanjuje (9-11). Oštećeni

bubrežni kanalići također ne mogu pridonijeti očuvanju ravnoteže jer ne uspijevaju reapsorbirati niti sintetizirati bikarbonatne ione (9,10). Iako je nastala acidoza uglavnom blaga do umjereno teška, njen utjecaj na organizam je itekako značajan. Nizak pH značajno remeti koštani i mišićni metabolizam, ubrzava nastanak anemije, negativno utječe na status uhranjenosti te dovodi do daljnjeg pada već ionako poremećene bubrežne funkcije (9,10,12). U skupini bolesnika s presađenim bubregom metabolička acidoza može pogoršati funkciju presatka te povećati pobolijevanje i smrtnost tih bolesnika (8,10,13,14). Ispravljanje poremećene acidobazne ravnoteže jedan je od glavnih ciljeva nadomještanja bubrežne funkcije dijalizom (15). Glavni cilj ovog deskriptivnog presječnog istraživanja bio je utvrditi koliko je uporaba peritonejske dijalize bila učinkovita u održavanju acidobazne ravnoteže bolesnika liječenih u Kliničkom bolničkom centru Zagreb.

BOLESNICI I METODE

Ispitanici

Istraživanje je provedeno u Zavodu za nefrologiju, arterijsku hipertenziju, dijalizu i transplantaciju Kliničkog bolničkog centra Zagreb. Istraživanjem je obuhvaćeno 28 ispitanika liječenih metodom peritonejske dijalize.

Tablica 1.

Demografska obilježja ispitanika (N=28)

Obilježje ispitanika	Vrijednost
Spol, M:Ž (n)	9 : 19
Dob (godine)	54,57 ± 10,932 (min. 26, maks. 73)
Vrijeme liječenja peritonejskom dijalizom (mjeseci)	32,39 ± 43,43 (min. 1, maks. 137)
Broj epizoda peritonitisa (prosjeak)	1,71 ± 1,113 (min. 1, maks. 4)
Osnovna bubrežna bolest (n)	
Kronični pijelonefritis	7
Glomerulonefritis bez biopsije	5
Nepoznato	3
Hipertenzija	2
Fokalna segmentalna glomerularna skleroza	2
Dijabetička nefropatija	1
IgA nefropatija	1
HIV nefropatija	1
Policistična bolest bubrega	1
Vezikoureteralni refluks	1
Ren arcuatus (potkovasti bubreg)	1
Hemolitičko-uremijski sindrom	
Indeks tjelesne mase (BMI, kg/m ²)	24,73 (min. 17,97, maks. 33,96)

Mjereni parametri

Koristeći medicinsku dokumentaciju prikupili smo podatke o demografskim obilježjima ispitanika (spol, dob, osnovna bubrežna bolest, vrijeme liječenja metodom peritonejske dijalize, status uhranjenosti izražen pomoću indeksa tjelesne mase – BMI). Nadalje, zanimali su nas parametri analizirani acidobaznim statusom (ABS), kao i vrijednosti kreatinina i ureje, serumske koncentracije kalcija, kalija, fosfata i hemoglobina, te broj eritrocita. Metaboličku acidozu definirali smo padom pH ispod 7,35 (referentni interval 7,35-7,45), vrijednostima standardnih bikarbonata nižim od 21 mmol/L (referentni interval 21-27 mmol/L) i viška baza ispod -2 mmol/L (referentni interval -2-3 mmol/L). Metabolička alkalozia definirana je porastom pH iznad 7,45 uz vrijednosti standardnih bikarbonata više od 27 i višak baza koji premašuje 3 mmol/L.

Statistička raščlamba

Statistička raščlamba podataka napravljena je programom SPSS 17,0. Normalnost raspodjele ispitana je Kolmogorov-Smirnovljevim testom. Numeričke podatke koji slijede normalnu raspodjelu prikazali smo aritmetičkom sredinom i standardnom devijacijom, a podatke s asimetričnom raspodjelom prikazali smo medijanom i rasponom. Nominalne varijable izražene su učestalošću i/ili postotkom. Korelacije su ispitane pomoću Pearsonovog za normalnu raspodjelu i Spearmanovog testa korelacije za nenormalnu raspodjelu podataka.

REZULTATI

U istraživanje je bilo uključeno 28 bolesnika liječenih metodom peritonejske dijalize u razdoblju između 1 mjeseca i 11 godina i 5 mjeseci. U odabranoj skupini bilo je 9 muškaraca (32,14 %) i 19 žena (67,86 %) prosjeka dobi 54,57 ± 10,932 godine (min. 26, maks. 73 godine). Postupkom peritonejske dijalize liječeni su 32,39 ± 43,43 mjeseci (min. 1, maks. 137 mjeseci). Prema učestalosti, najzastupljenije bubrežne bolesti koje su naposljetku dovele do završnog stadija zatajenja bile su kronični pijelonefritis (25 %), te glomerulonefritis bez biopsije (17,86 %). Demografska obilježja ispitanika sažeto su prikazana u tablici 1.

Dvadeset i tri bolesnika (82,14 %) liječena su metodom kontinuirane ambulantne peritonejske dijalize, dok ih je 5 (17,86 %) primjenjivalo automatiziranu peritonejsku dijalizu. Srednja vrijednost indeksa tjelesne mase iznosila je 24,73 kg/m² (min. 17,97, maks. 33,96). Sedam (25 %) bolesnika imalo je jednu ili više epizo-

da peritonitisa. Valja istaknuti da je u razdoblju od 22. lipnja 2012. do 17. svibnja 2013. godine u 11 (39,29 %) bolesnika učinjena transplantacija. Za 2 (7,14 %) bolesnika je odlučeno da će se zbog preduge primjene peritonejske dijalize nadomještanje bubrežne funkcije nastaviti metodom hemodijalize. Muškarac u dobi od 54 godine liječen je peritonejskom dijalizom 11 godina i 5 mjeseci, dok je žena u dobi od 56 godina ovom metodom liječena 7 godina. Svi bolesnici su prilikom izmjena koristili otopinu elektrolita s različitim udjelima glukoze puferiranu isključivo laktatom (koncentracije u otopini bile su 35 ili 40 mmol/L). Pet bolesnika (17,86 %) je uz otopinu glukoze za jednu dnevnu ili noćnu izmjenu koristilo otopinu ikodekstrina, većim dijelom dugogodišnji korisnici peritonejske dijalize.

Od 28 bolesnika obuhvaćenih istraživanjem, 26 (92,86 %) je imalo redovito određivan acidobazni status (ABS) tijekom praćenja u ambulantni za preterminalne bolesnike i bolesnike na peritonejskoj dijalizi KBC-a Zagreb. Prosječna izmjerena pH vrijednost bila je $7,42 \pm 0,05$ (min. 7,34, maks. 7,61). Najveći broj bolesnika - 19 (73,07 %), imalo je u potpunosti uredan ABS. Tri bolesnika (11,54 %) bila su u stanju blage metaboličke acidoze koja se očitovala vrlo blagim padom pH vrijednosti, koncentracije standardnih bikarbonata i viškom baza nešto nižim od donje granice referentnog intervala. Tri (11,54 %) bolesnika bila su u stanju blage metaboličke alkalozе s nešto višom vrijednosti pH, blago povišenom koncentracijom standardnih bikarbonata i viškom baza koji je blago premašio gornju granicu referentnih vrijednosti. Svi su bolesnici s promjenama u ABS liječeni otopinama sa 35 mmol/L laktata. Zanimljivo je spomenuti da je u jednog bolesnika utvrđen mješoviti poremećaj acidobazne ravnoteže, alkalozа s metaboličkom i respiratornom komponentom. On je u izmjenama koristio otopine sa 40 mmol/L laktata. Poremećaj acidobazne ravnoteže utvrđen je u jednakom broju kod oba spola. Od ukupnog broja pacijenata liječenih peritonejskom dijalizom 16 pacijenata (57,14 %) je u terapijskom protokolu imalo uključene bikarbonate u obliku soda bikarbonate. Nadalje, uspoređivanjem određivanih laboratorijskih parametara prema spolu nađena je značajna razlika samo u serumskoj koncentraciji kreatinina. Prosječna vrijednost kreatinina u žena iznosila je $673,21 \pm 207,06$ mmol/L (min. 463, maks. 1159), dok je kod muškaraca bila $925,11 \pm 303,2$ mmol/L (min. 542, maks. 1414). Ostali parametri nisu se značajnije razlikovali u ove dvije skupine (tablica 2).

RASPRAVA

Prevalencija kronične bubrežne bolesti širom svijeta iz godine u godinu sve više raste te polako poprima epidemijske proporcije (16). Prema K/DOQI smjer-

Tablica 2.

Usporedba statističke analize prema spolu. Vrijednosti su izražene prosjekom i rasponom.

Analizirani parametar	Muški spol	Ženski spol
Duljina liječenja (mjeseci)	45,89 (3-137)	26 (1-120)
Kreatinin (mmol/L)	925,11 (542-1414)	673,21 (463-1159)
Ureja (mmol/L)	16,89 (7,2-24,9)	17,95 (10,6-23,8)
pH	7,42 (7,34-7,47)	7,42 (7,35-7,61)
Standardni bikarbonati (mmol/L)	2,06 (20,7-28,5)	24,46 (20,6-27,8)
Višak baza (mmol/L)	-0,34 (-4,6-4,6)	0,11 (-4,6-4,1)
Kalcij (mmol/L)	2,22 (2,05-2,55)	2,25 (1,81-2,64)
Fosfati (mmol/L)	1,53 (0,98-2,45)	1,42 (0,38-2,13)
Kalij (mmol/L)	4,34 (3,3-6,2)	4,23 (3,1-5,4)
Eritrociti	3,64 (2,78-4,92)	3,6 (2,46-4,35)
Hemoglobin	110,22 (79-133)	108,05 (75-129)

nicama iz 2002. godine kronična bubrežna bolest definira se padom glomerularne filtracije ispod 60 mL/min/1,73 m² u trajanju dužem od 3 mjeseca. Ta je granica uzeta upravo stoga što u tom razdoblju dolazi do naglog porasta rizika za razvitak brojnih sekundarnih komplikacija (17).

Metabolička acidoza jedna je od neizbježnih posljedica progresivnog gubitka bubrežne funkcije (8). Brojne studije pokazuju da pad pH vrijednosti i serumске koncentracije bikarbonata potiču resorpciju kosti i koče njenu izgradnju, najvjerojatnije putem aktivacije osteoklasta odnosno inhibicijom aktivnosti osteoblasta (10,18). Nadalje, acidoza pridonosi smanjenju mišićne mase najvjerojatnije ubrzavanjem kataboličkih reakcija putem ubikvitinom reguliranog signalnog puta, te ubrzava oksidaciju aminokiselina i koči sintezu proteina (10,19,20-22). Istraživanje Mizumota i sur. objavljeno 2012. godine pokazalo je da nizak pH izvanstanične tekućine potiče transkripciju hepcidina, proteina čija je glavna uloga zadržavanje željeza u stanici. Na taj bi način acidoza mogla pridonositi razvoju anemije kronične bubrežne bolesti (23). Čak i vrlo blagi pad pH vrijednosti može značajno utjecati na progresiju bubrežnog oštećenja, najvjerojatnije zahvaljujući sintezi amonijevih i bikarbonatnih iona te endotelina. Iako je to s jedne strane mehanizam koji doprinosi održavanju ravnoteže, s druge strane može dovesti do pogoršanja tubulointersticijske ozljede, taloženja kalcijevih soli u bubrežni parenhim i daljnjeg pada glomerularne filtracije (10,12,13). Upravo je stoga ispravljanje poremećene acidobazne ravnoteže jedan je od glavnih ciljeva nadomještanja bubrežne funkcije dijalizom (15).

Uspoređujući troškove liječenja, godišnje se za troškove hemodijalize odvajaju otprilike 47 000 eura po bolesniku. Nasuprot tome, troškovi peritonejske dijalize

značajno su manji i u godini dana iznose 32 000 eura po bolesniku (24). Prateći i uspoređujući skupinu liječenu hemodijalizom i skupinu liječenu peritonejskom dijalizom tijekom razdoblja dužeg od godine dana, Berger i sur. došli su do zapanjujuće razlike od 43 510 dolara. Ova razlika proizlazi iz činjenice da su bolesnici liječeni hemodijalizom bili hospitalizirani dva puta češće od bolesnika na peritonejskoj dijalizi (25).

Rezultati brojnih istraživanja pokazali su da skupina bolesnika liječenih peritonejskom dijalizom u prve tri godine pažljive primjene ove metode ima značajno bolju stopu preživljenja u usporedbi sa skupinom liječenom hemodijalizom. To posebice dolazi do izražaja kod bolesnika mlađe životne dobi, bez dijabetesa u podlozi bubrežne bolesti te bez prisutnosti komorbiditeta (2). Ovaj modalitet liječenja pridonosi duljem održavanju ostatne bubrežne funkcije (3). Nadalje, Perez Fontan i suradnici pokazali su da skupina pacijenata liječenih peritonejskom dijalizom pokazuje povoljniji posttransplantacijski ishod naspram pacijenata čije je bubrežna funkcija nadomještana hemodijalizom. Ova skupina ne samo da je imala bolju funkciju presatka vrlo brzo nakon transplantacije (68,5 % u usporedbi sa 46,5 %, $p < 0,001$), već je i stopa odgođene funkcije presatka bila značajno manja (22,5 % u usporedbi sa 39,5 %, $p < 0,001$). Ti su pacijenti zahtijevali niže doze imunosupresivnih lijekova te imali nižu stopu infektivnih bolesti u kasnom posttransplantacijskom razdoblju (26). Brojna istraživanja došla su do vrlo sličnih rezultata (27-29). Uvođenjem novih otopina koje u sastavu sadrže bikarbonatnu komponentu, te aminokiseline i ikodekstrin dodatno se pospješilo kvalitetu liječenja peritonejskom dijalizom. Te su otopine biokompatibilnije što pridonosi očuvanju funkcije mezotelnih stanica peritonejske membrane te poboljšava status uhranjenosti ove skupine pacijenata (6).

Nadomještanje bubrežne funkcije metodom peritonejske dijalize bolje je u održavanju acidobazne ravnoteže, najvjerojatnije zbog kontinuiranog prisustva raspoloživog pufera u dijaliznoj otopini (30). Bikarbonat je najvažniji pufer izvanstaničnog prostora pa ne čudi da je smatran idealnom puferskom komponentom otopina za peritonejsku dijalizu (31). Još je 1961. godine, dok je peritonejska dijaliza kao metoda nadomještanja bubrežne funkcije bila u povojima, Boen koristio bikarbonat kao pufer u dijaliznoj otopini (32). Zbog sklonosti stvaranju precipitata u reakciji s kalcijem i magnezijem uskoro je zamijenjen mnogo stabilnijim laktatom (33). Laktat se vrlo brzo apsorbira iz otopine te se u jetri pretvara u bikarbonat, tako da se acidobazna ravnoteža zapravo pokušava postići apsorpcijom ekvivalenta (laktata), dok se dio nosintetiziranih bikarbonatnih iona djelomično gubi u dijaliznu otopinu dok se ne postigne ravnoteža. S obzirom na nizak pH, laktatne otopine mogu izazvati bol pri utoku, te oštetiti

stanice peritoneja i dovesti do neželjenih metaboličkih komplikacija zbog visokog protoka iz otopine u organizam (34-36). Iako je veći dio bolesnika s acidobaznim poremećajem u stanju metaboličke acidoze, jedna od češćih, ali do sada neistraženih posljedica primjene laktatnih otopina je metabolička alkalozna (37,38). Iako su depresija središnjeg živčanog sustava, aritmija, hipokalemija te povećana podražljivost mišića samo neki od simptoma akutne alkaloze, o njenim kroničnim posljedicama zapravo se malo toga zna (39). Zbog toga je u središte interesa ponovno došao bikarbonat, a uporaba dvokomornog sistema omogućila je njegovu primjenu kao pufera u otopinama za peritonejsku dijalizu (33). Neutralan pH tih otopina umanjuje bol pri utoku, održava vitalnost i funkciju peritonejske membrane te na fiziološki način ispravlja acidobazni disbalans (bez dodatne pretvorbe u jetri te uz manji gubitak bikarbonatnih iona iz organizma u otopinu (33,34,40,41). Istraživanje koje su proveli Nolph i sur. pokazalo je da se primjenom laktatom puferiranih otopina idealne serumske koncentracije bikarbonata postižu vrlo teško. Naime, korištenjem otopina sa 35 mmol/L laktata uredne serumske koncentracije bikarbonata imalo je samo 25 % bolesnika liječenih metodom peritonejske dijalize, dok je uz otopine sa 40 mmol/L laktata ta brojka porasla na 40 %, ali je značajno porastao broj bolesnika s manifestnom metaboličkom alkalozom (42). Feriani i sur. potvrdili su ovo u istraživanju kojim su uspoređivali laktatne i bikarbonatne otopine. U početku istraživanja 65,9 % pacijenata bilo je u stanju blage ili umjerene metaboličke acidoze. Zamjenom laktatnih u otopine puferirane bikarbonatima ta se brojka smanjila na 23,4 % što je još jednom pokazalo superiornost bikarbonatnih otopina u održavanju acidobazne ravnoteže (43).

Našim smo istraživanjem obuhvatili skupinu od 28 pacijenata liječenih metodom peritonejske dijalize u KBC-u Zagreb. Prilikom izmjena svi su koristili otopine glukoze puferirane isključivo dodatkom laktata. Analizom rezultata pokazali smo da je 73,07 % pacijenata imalo u potpunosti uredan ABS, dok su u identičnih 11,54 % bolesnika zabilježene blaga metabolička acidoza ili alkalozna. U jednog je bolesnika utvrđeno postojanje mješovitog poremećaja, alkaloze s respiratornom i metaboličkom komponentom. Valja naglasiti da je taj bolesnik prilikom izmjena koristio otopinu puferiranu sa 40 mmol/L laktata dok su ostali bolesnici s poremećajem ABS koristili otopine s koncentracijom laktata od 35 mmol/L. Ovim smo radom pokazali da se acidobazna ravnoteža u bolesnika liječenih metodom peritonejske dijalize zaista može održavati vrlo uspješno čak i primjenom isključivo laktatom puferiranih otopina koje su nizom istraživanja proglašavane inferiornijima u odnosu na bikarbonatne. Uz dobru edukaciju i pažljivu primjenu metode, te temeljitu i čestu evaluaciju ovoj se skupini itekako omogućuje kva-

litetno kontinuirano nadomještanje bubrežne funkcije uz bolju kvalitetu života u odnosu na liječenje hemodijalizom. To također pokazuje i činjenica da je u razdoblju manjem od godinu dana čak u 39,29 % naših bolesnika učinjena uspješno transplantacija.

Zaključno, peritonejska dijaliza se unatoč praktičnosti primjene, financijskoj isplativosti i boljoj kvaliteti života koju omogućuje još uvijek nije izborila za mjesto koje zaslužuje u liječenju završnog stadija kronične bubrežne bolesti. Brojna istraživanja pokazala su njenu učinkovitost u održavanju ostatne bubrežne funkcije, odgađanju nastupa uremijskih komplikacija i očuvanju acidobazne ravnoteže te bolji posttransplantacijski ishod u pacijenata liječenih tom metodom. Peritonejska dijaliza se iz godine u godinu sve više razvija, a uvođenje novih biokompatibilnijih otopina s dodatkom aminokiselina i ikodekstrina te bikarbonatom kao puferom pridonose kvaliteti liječenja. Stoga bi je trebalo učestalije razmotriti kao metodu izbora u liječenju završnog stadija kronične bubrežne bolesti.

LITERATURA

1. Bargman JM. Advances in peritoneal dialysis: a review. *Semin Dial* 2012; 25: 545-9.
2. Rufino JM, García C, Vega N i sur. Current peritoneal dialysis compared with haemodialysis: medium-term survival analysis of incident dialysis patients in the Canary Islands in recent years. *Nefrologia* 2011; 31: 174-84.
3. Krediet RT. Advances in peritoneal dialysis. *Minerva Urol Nefrol* 2007; 59: 251-60.
4. Bargman JM, Thorpe KE, Churchill DN. Relative contribution of residual renal function and peritoneal clearance to adequacy of dialysis: a reanalysis of the CANUSA study. *J Am Soc Nephrol* 2001; 12: 2158-62.
5. Baboolal K, McEwan P, Sondhi S, Spiewanowski P, Wechowski J, Wilson K. The cost of renal dialysis in a UK setting-a multicentre study. *Nephrol Dial Transplant* 2008; 23: 1982-9.
6. Chung SH, Chu WS, Lee HA i sur. Peritoneal transport characteristics, comorbid diseases, and patient survival in CAPD patients. *Perit Dial Int* 2000; 20: 541-7.
7. Oreopoulos DG, Ossareh S, Thodis E. Peritoneal dialysis: past, present, and future. *Iran J Kidney Dis* 2008; 2: 171-82.
8. Kovesdy CP. Metabolic acidosis and kidney disease: does bicarbonate therapy slow the progression of CKD? *Nephrol Dial Transplant* 2012; 27: 3056-62.
9. Navaneethan SD, Schold JD, Arrigain S i sur. Serum bicarbonate and mortality in stage 3 and stage 4 chronic kidney disease. *Clin J Am Soc Nephrol* 2011; 6: 2395-402.
10. Kraut JA, Madias NE. Consequences and therapy of the metabolic acidosis of chronic kidney disease. *Pediatr Nephrol* 2011; 26: 19-28.
11. Roderick P, Willis NS, Blakeley S, Jones C, Tomson C. Correction of chronic metabolic acidosis for chronic kidney disease patients. *Cochrane Database Syst Rev* 2007; (1):CD001890.
12. Kraut JA. Effect of metabolic acidosis on progression of chronic kidney disease. *Am J Physiol Renal Physiol* 2011; 300: F828-9.
13. Klaboch J, Opatrná S, Matoušovic K, Schück O. End stage of chronic kidney disease and metabolic acidosis. *Vnitr Lek* 2012; 58: 519-24.
14. Schaefer B, Wühl E. Educational paper: Progression in chronic kidney disease and prevention strategies. *Eur J Pediatr* 2012; 171: 1579-88.
15. Fourtounas C, Savidaki E, Roumelioti M i sur. Acid-base profile and predictors of metabolic acidosis in patients undergoing peritoneal dialysis with lactate- and bicarbonate-buffered peritoneal dialysis solutions. *Adv Perit Dial* 2006; 22: 187-91.
16. Levin A. The advantage of a uniform terminology and staging system for chronic kidney disease (CKD). *Nephrol Dial Transplant* 2003; 18: 1446-51.
17. K/DOQI clinical practice guidelines for chronic kidney disease: evaluation, classification, and stratification. *Am J Kidney Dis* 2002; 39(2 Suppl 1): S1-266.
18. Sebastian A, Harris ST, Ottaway JH, Todd KM, Morris RC Jr. Improved mineral balance and skeletal metabolism in postmenopausal women treated with potassium bicarbonate. *N Engl J Med* 1994; 330: 1776-81.
19. Chiu YW, Kopple JD, Mehrotra R. Correction of metabolic acidosis to ameliorate wasting in chronic kidney disease: goals and strategies. *Semin Nephrol* 2009; 29: 67-74.
20. de Brito-Ashurst I, Varagunam M, Raftery MJ, Yaqoob MM. Bicarbonate supplementation slows progression of CKD and improves nutritional status. *J Am Soc Nephrol* 2009; 20: 2075-84.
21. Chan JC. Acid-base disorders and the kidney. *Adv Pediatr* 1983; 30: 401-71.
22. Chruściel B, Stompór T, Sułowicz W. Nutritional status of patients with functioning graft assessed by clinical examination, anthropometry and bioimpedance. *Przegl Lek* 2001; 58: 828-32.
23. Mizumoto C, Kawabata H, Uchiyama T i sur. Acidic milieu augments the expression of hepcidin, the central regulator of iron homeostasis. *Int J Hematol* 2012; 96: 701-9.
24. Arrieta J. Evaluación económica del tratamiento sustitutivo renal (hemodiálisis, diálisis peritoneal y trasplante) en España. *Nefrologia* 2010; 1(Supl. Ext.): 37-47.
25. Berger A, Edelsberg J, Inglese GW, Bhattacharyya SK, Oster G. Cost comparison of peritoneal dialysis versus hemodialysis in end-stage renal disease. *Am J Manag Care* 2009; 15: 509-18.
26. Perez Fontan MP, Rodriguez-Carmona A, Garcia Falcon T, Moncalian J, Oliver J, Valdes F. Renal transplantation in patients undergoing chronic peritoneal dialysis. *Perit Dial Int* 1996; 16: 48-51.
27. Bleyer AJ, Burkart JM, Russell GB, Adams PL. Dialysis modality and delayed graft function after cadaveric renal transplantation. *J Am Soc Nephrol* 1999; 10: 154-9.

28. Goldfarb-Rumyantzev AS, Hurdle JF, Scandling JD, Baird BC, Cheung AK. The role of pretransplantation renal replacement therapy modality in kidney allograft and recipient survival. *Am J Kidney Dis* 2005; 46: 537-49.
29. Van Biesen W, Veys N, Vanholder R, Lameire N. The impact of the pre-transplant renal replacement modality on outcome after cadaveric kidney transplantation: the Ghent experience. *Contrib Nephrol* 2006; 150: 254-8.
30. Uribarri J, Buquing J, Oh MS. Acid-base balance in chronic peritoneal dialysis patients. *Kidney Int* 1995; 47: 269-73.
31. Otte K, Gonzalez MT, Bajo MA i sur. Clinical experience with a new bicarbonate (25 mmol/L) / lactate (10 mmol/L) peritoneal dialysis solution. *Perit Dial Int* 2003; 23: 138-45.
32. Boen ST. Kinetics of peritoneal dialysis. A comparison with the artificial kidney. *Medicine (Baltimore)* 1961; 40: 243-87.
33. Coles GA, O'Donoghue DJ, Pritchard N i sur. A controlled trial of two bicarbonate-containing dialysis fluids for CAPD-final report. *Nephrol Dial Transplant* 1998; 13: 3165-71.
34. Schmitt CP, Haraldsson B, Doetschmann R i sur. Effects of pH-neutral, bicarbonate-buffered dialysis fluid on peritoneal transport kinetics in children. *Kidney Int* 2002; 61: 1527-36.
35. Feriani M, Kirchgessner J, La Greca G, Passlick-Deetjen J. Randomized long-term evaluation of bicarbonate-buffered CAPD solution. *Kidney Int* 1998; 54: 1731-8.
36. Haas S, Schmitt CP, Arbeiter K i sur. Improved acidosis correction and recovery of mesothelial cell mass with neutral-pH bicarbonate dialysis solution among children undergoing automated peritoneal dialysis. *J Am Soc Nephrol* 2003; 14: 2632-8.
37. Feriani M. Tailoring peritoneal dialysis fluid for optimal acid-base targets. *Contrib Nephrol* 2009; 163: 67-73.
38. Bazilinsky NG, Dunea G, Ing TS. Treatment of metabolic alkalosis in renal failure. *Int J Artif Organs* 1987; 10: 284-6.
39. Tattersall JE, Dick C, Doyle S, Greenwood RN, Rarrington K. Alkalosis and hypomagnesaemia – unwanted effects of a low-calcium CAPD solution. *Nephrol Dial Transplant* 1995; 10: 258-62.
40. Feriani M. Bicarbonate-buffered CAPD solutions: from clinical trials to clinical practice. *Perit Dial Int* 1997; 17 (Suppl 2): 51-4.
41. Topley N, Kaur D, Petersen MM i sur. Biocompatibility of bicarbonate-buffered peritoneal dialysis fluids: influence on mesothelial cell and neutrophil function. *Kidney Int* 1996; 49: 1447-56.
42. Nolph KD, Prowant B, Serkes KD i sur. Multicenter evaluation of a new peritoneal dialysis solution with a high lactate and low magnesium concentration. *Perit Dial Bull* 1983; 3: 63-5.
43. Feriani M, Passlick-Deetjen J, Jaekle-Meyer I, La Greca G. Individualized bicarbonate concentrations in the peritoneal dialysis fluid to optimize acid-base status in CAPD patients. *Nephrol Dial Transplant* 2004; 19: 195-202.

S U M M A R Y

ACID-BASE STATUS IN PATIENTS TREATED WITH PERITONEAL DIALYSIS

L. KATALINIĆ, K. BLASLOV, E. PASINI, P. KES and N. BAŠIĆ-JUKIĆ

Zagreb University Hospital Center, Department of Internal Medicine, Department of Nephrology, Hypertension, Dialysis and Transplantation, Zagreb, Croatia

When compared to hemodialysis, peritoneal dialysis is very simple yet low cost method of renal replacement therapy. Series of studies have shown its superiority in preserving residual renal function, postponing uremic complications, maintaining the acid-base balance and achieving better post-transplant outcome in patients treated with this method. Despite obvious advantages, its role in the treatment of chronic kidney disease is still not as important as it should be. Metabolic acidosis is an inevitable complication associated with progressive loss of kidney function. Its impact on mineral and muscle metabolism, residual renal function, allograft function and anemia is very complex but can be successfully managed. The aim of our study was to evaluate the efficiency in preserving the acid-base balance in patients undergoing peritoneal dialysis at Zagreb University Hospital Center. Twenty-eight patients were enrolled in the study. The mean time spent on the treatment was 32.39 ± 43.43 months. Only lactate-buffered peritoneal dialysis fluids were used in the treatment. Acid-base balance was completely maintained in 73.07% of patients; 11.54% of patients were found in the state of mild metabolic acidosis, and the same percentage of patients were in the state of mild metabolic alkalosis. In one patient, mixed alkalosis with respiratory and metabolic component was present. The results of this study showed that acid-base balance could be maintained successfully in patients undergoing peritoneal dialysis, even only with lactate-buffered solutions included in the treatment, although they were continuously proclaimed as inferior in comparison with bicarbonate-buffered ones. In well educated and informed patients who carefully use this method, accompanied by the attentive and thorough care of their physicians, this method can provide quality continuous replacement of lost renal function as well as better quality of life.

Key words: acid-base disturbance, peritoneal dialysis